

POWERED BY **Dialog**

**Vertical type windmill has power generation mechanism in blade supporting unit to produce lift power along direction parallel to rotary shaft**  
**Patent Assignee: EBARA CORP**

**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
JP 2003278638	A	20031002	JP 200285375	A	20020326	200371	B

**Priority Applications (Number Kind Date):** JP 200285375 A ( 20020326)

**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
JP 2003278638	A		8	F03D-007/06	

**Abstract:**

JP 2003278638 A

**NOVELTY** The blade supporting unit (16) connecting the blade (8) with a vertical rotary shaft (4), has a power generation mechanism (16C) to produce lift power along a direction parallel to the rotary shaft.

**USE** Vertical type windmill for power generation.

**ADVANTAGE** Reduces the cost and size of vertical type windmill, enables performing automatic control running of windmill. Prevents serious damage and serious problem of windmill.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** The figure shows the perspective view of the vertical type windmill.

rotary shaft (4)

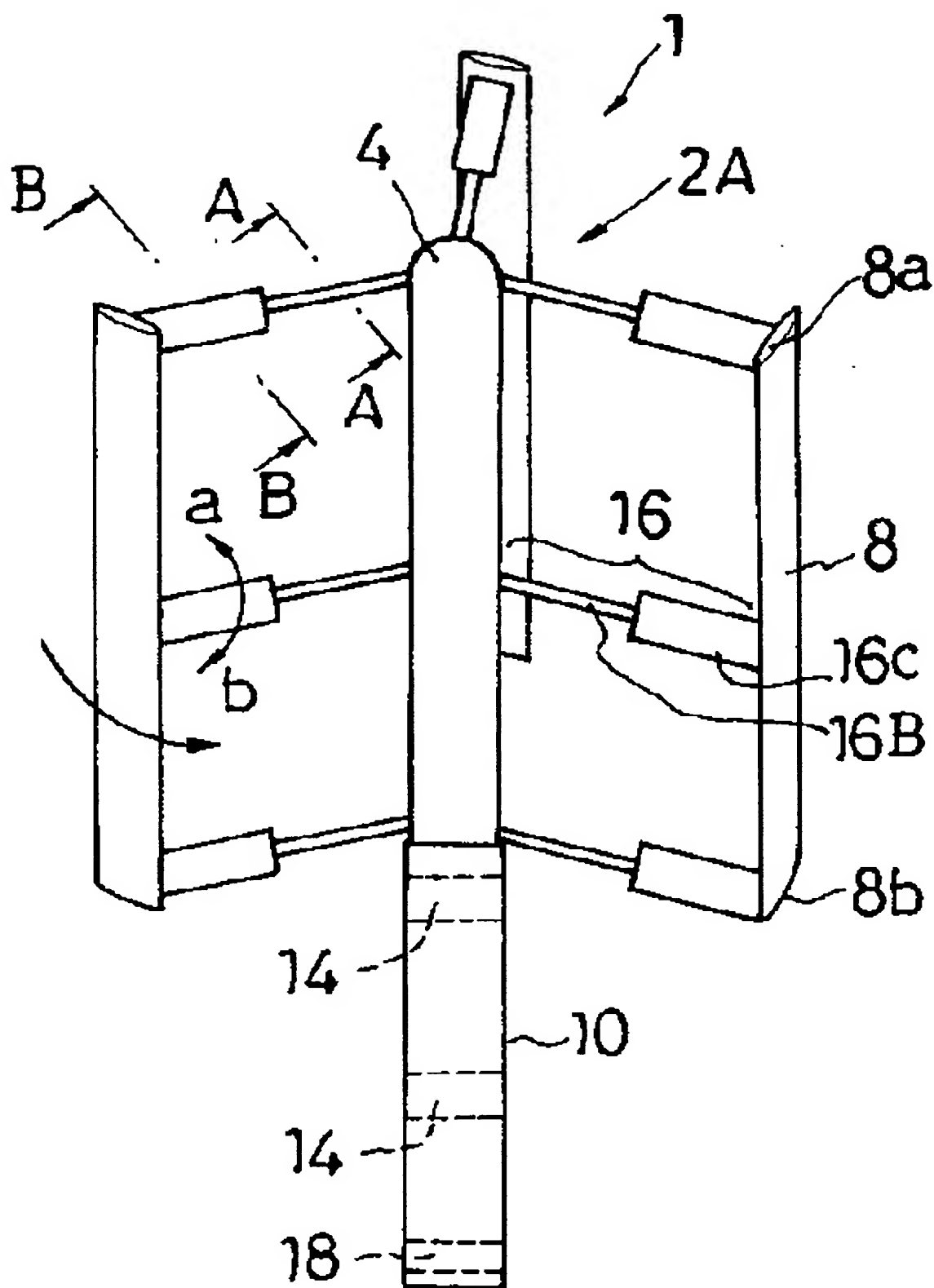
blade (8)

blade supporting unit (16)

power generation mechanism (16c)

thrust bearing (18)

pp; 8 DwgNo 1/15



Derwent World Patents Index  
© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.  
Dialog® File Number 351 Accession Number 15690384

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-278638  
(P2003-278638A)

(43) 公開日 平成15年10月2日 (2003.10.2)

(51) IntCl.  
F 0 3 D 7/06

識別記号

F I  
F 0 3 D 7/06

キーワード(参考)  
C 3 H 0 7 8

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-85375(P2002-85375)

(22) 出願日 平成14年3月26日 (2002.3.26)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 平 田 和 也

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
式会社荏原総合研究所内

(74) 代理人 100071696

弁理士 高橋 敏忠 (外1名)

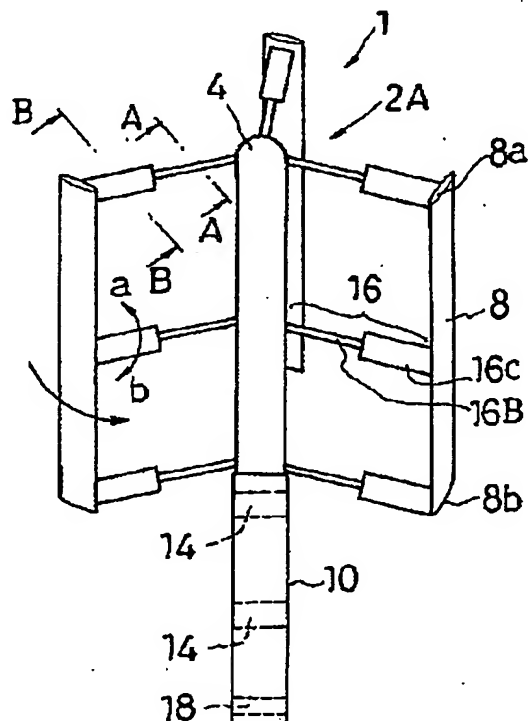
Fターム(参考) 3H078 AA08 AA26 BB12 BB18 CC04  
CC52 CC53 CC63

(54) 【発明の名称】 垂直軸風車

(57) 【要約】

【課題】 上下方向に風が吹き付けたとしても重大な損傷や問題が発生しない様な垂直軸風車を提供すること。

【解決手段】 地表面に対して垂直方向へ延在する回転軸(4)と、ブレード(8)と、該ブレード(8)を回転軸(4)に支持するブレード支持部材(16)と、回転軸(4)と平行な方向(垂直方向)の力(リフトフォース、ダウンフォース)を発生する機構(16C)とを有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸と、ブレードと、該ブレードを回転軸に支持するブレード支持部材と、回転軸と平行な方向の力を発生する機構とを有することを特徴とする垂直軸風車。

【請求項2】 前記機構は風に対する迎え角が調節可能に構成されている請求項1の垂直軸風車。

【請求項3】 前記機構は、ブレード支持部材の半径方向外方の領域、ブレードの半径方向外方、ブレードの回転軸方向両端部の何れかに設けられている請求項1、2の何れか1項の垂直軸風車。

【請求項4】 スラスト荷重を計測する計測手段と、該計測手段の計測データを受信する制御手段とを有し、該制御手段は、スラスト荷重が第1の所定値よりも大きければリフトフォースが大きくなる方向に機構を制御し、第2の所定値よりも小さければダウンフォースが大きくなる方向に機構を制御する様に構成されている請求項1～3の何れか1項の垂直軸風車。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ブレードが接合した回転軸が地表に対して垂直な方向（鉛直方向）となる垂直軸風車の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 垂直軸風車の1種であるダリウス型風車が、図14、図15に示されている。

【0003】 図14において、発電軸となる鉛直に延びた回転軸4に、ブレード支持部材6を介してブレード8が支持されていて、それらの回転軸4とブレード支持部材6とブレード8とで回転構造体2が構成されている。

【0004】 回転軸4の下部に地力で支えられた支持部10が設けられ、支持部10が回転構造体2の重量と、回転構造体2にかかる風力を支持している。

【0005】 支持部10は、回転軸4にかかる回転構造体2の半径方向力即ち水平方向力を複数のラジアル軸受14、14で支持し、回転構造体2の重量を含む鉛直方向力をスラスト軸受18で支持している。

【0006】 ここで、風の進行方向に存在する物体は、風力利用にとっては流体抵抗として作用するにしか過ぎない。そして、垂直軸風車では、鉛直方向に延在する回転軸とブレードとの接合部としてブレード支持部材6が必要である。

【0007】 図15は、ブレード支持部材6のA-A断面形状を示したもので、風を正面から受ける頭部6aと風切りする尾部6bとで翼型に形成されて、ブレード支持部材6の風圧抵抗を軽減するよう形成されている。

【0008】 上述した垂直軸風車M1に対して、ブレードが接合した回転軸が水平方向に延在している水平軸風車が存在する。

【0009】 水平軸風車と垂直軸風車とを比較した場

合、同一の受風面積を得るために、垂直軸風車では当該ブレード支持部材6の分だけ流体抵抗が多くなる。そして、ブレード8のみならず、ブレード支持部材6についても高価な材料（例えばCFRP）を用いなければならない場合が存在する。

【0010】 係る理由により、米国カリフォルニア州のウインドファームの様な海外におけるなだらかな丘陵を主とする風車設置地域では、水平軸風車を利用しているケースが圧倒的に多い。

10 【0011】 ところが、我国で風車を設置している地域或いは風車の設置が予定されている地域は、米国カリフォルニア州等の海外における風車設置地域に比較すると、風の特性が異なっている。すなわち、我国における風車設置地域では、風向きが頻繁に変わる。そして水平軸型風車は風向特性が強いので、風向が頻繁に変化する我国で設置する際には、耐風向特性に関する問題が存在する。

20 【0012】 これに対して、ダリウス型風車のような垂直軸風車は、風向特性が無いので、我国の山間部の様に風向が頻繁に変化する地域に垂直軸風車を設置しても、水平軸風車に比較して、発生する問題は少ないと考えられている。

【0013】 ここで、従来は、おわん型の風速計で風況を計測していたが、係る風速計では水平方向成分しか計測できず、風の垂直方向成分（或いは鉛直方向成分）は計測不能であり、その鉛直方向成分に対する検討や配慮が行われていなかった。

30 【0014】 しかし、我国の山間部では、風は水平方向にのみ吹き付けるものではなく、鉛直方向（上下方向）に風が吹き付けることが多い。そして、上下方向についての風が吹き付ける場合には、我国の山間部に設置される垂直軸風車には、回転軸方向で且つスラスト軸受から離隔する方向に作用する力（リフトフォース）と、回転軸方向で且つスラスト軸受に向う方向に作用する力（ダウンフォース）とが作用してしまう可能性が存在する。

40 【0015】 実用される垂直軸風車のリフトフォースとダウンフォースは、図14に示された一般的な型式の風車で、翼車直径 $\phi$ が3m、翼長さが3m、翼弦長が0.145m、定格出力が1kW（風速10m/sで250rpm）の条件において、定格風速が10m/sが水平面に対して30°の角度で吹上げ、或いは吹降ると、リフトフォース、ダウンフォースが約153kg・fと試算される。

【0016】 上記のような、リフトフォース、ダウンフォースの約153kg・fは、翼車即ち回転構造体2の自重例280kgに比べて極めて大きく、回転構造体2の吹飛びあるいはスラスト軸受18損傷の原因となり、これらへの対策のない垂直軸風車に対しては致命的な問題をもたらす懸念がある。

50 【0017】 すなわち、リフトフォースが作用した場合

には、風車を吹き飛ばしてしまうという問題を惹起する恐れがある。一方、ダウンフォースが作用した場合には、スラスト軸受に過大な荷重を作用せしめて破損する恐れがある。この様な問題について、従来技術では、解決策は提案されていない。

#### 【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述した従来技術の問題点を鑑みて提案されたものであり、上下方向に風が吹き付けたとしても重大な損傷や問題が発生しない様な垂直軸風車を提供することを目的としている。

#### 【0019】

【課題を解決するための手段】発明者は種々研究の結果、垂直軸風車において回転軸に対してブレードを支持するブレード支持部材を能動的に作用させれば、上述したリフトフォース、ダウンフォースを低減して、風車の吹き飛びの様な問題や回転軸のスラスト軸受の破損等を防止できることを見出した。

【0020】本発明の垂直軸風車は係る知見に基づくものであり、(地表面に対して垂直方向へ延在する)回転軸(4)と、ブレード(8)と、該ブレード(8)を回転軸(4)に支持するブレード支持部材(6A)(但し、 $\phi$ ダリウス型風車の場合、ブレードとブレード支持部材とは一体となっている)と、回転軸(4)と平行な方向(垂直方向)の力(リフトフォース、ダウンフォース)を発生する機構(6b)とを有することを特徴としている(請求項1)。

【0021】ここで、前記機構(6b)は風に対する迎え角が調節可能に構成されているのが好ましい(請求項2)。

【0022】本発明の垂直軸風車において、前記機構(6b)は、ブレード支持部材(6A)の半径方向外方の領域、ブレード(8)の半径方向外方、ブレード(8)の回転軸方向両端部(8a、8b)の何れかに設けられているのが好ましい(請求項3)。

【0023】係る構成を具備する本発明の垂直軸風車によれば、垂直軸風車が吹き飛ばされる恐れが存在する場合には、回転軸に平行で且つスラスト軸受に向かう方向の力(ダウンフォース)が発生或いは増加するように、前記機構を制御する。係るダウンフォースが作用することにより、垂直軸風車はスラスト軸受側(垂直方向下側)に抑え付けられ、吹き飛ばることが防止される。

【0024】一方、垂直軸風車の回転軸を支持するスラスト軸受への荷重が大きくなり、当該スラスト軸受が破損する恐れが存在する場合には、回転軸に平行で且つスラスト軸受から離隔する方向の力(リフトフォース)が発生或いは増加するように、前記機構を制御する。係るリフトフォースが作用することにより、垂直軸風車は垂直方向上方に引き上げられ、スラスト軸受に作用する荷重が減少する。その結果、スラスト軸受に過大な荷重が負荷されることによる破損が防止されるのである。

【0025】特に大型風車は、高トルク且つ低回転となり、機械的要素であるスラスト軸受の負担が大きく、且つ、潤滑液液膜により十分に支持出来なくなる可能性が高い。そのため、スラスト軸受の作動条件が厳しくなってしまう。

【0026】これに対して、本発明を用いれば、前記機構により、回転軸方向で且つスラスト軸受から離隔する方向の力(リフトフォース)を適宜ブレードに作用させることが出来るので、スラスト軸受の負担する荷重を低減し、作動条件を緩和せしめ、以って、スラスト軸受の寿命を長くすることが可能となる。

【0027】また、スラスト軸受に作用する荷重を減少できる結果として、従来の垂直軸風車で用いられているよりも、小さなスラスト軸受を使用できる。

【0028】本発明において、スラスト荷重(回転軸に平行な方向に付加される荷重)を計測する計測手段(30)と、該計測手段(30)の計測データを受信する制御手段(40)とを有し、該制御手段(40)は、スラスト荷重が第1の所定値よりも大きければ(スラスト軸受が破損する可能性が有ると判定して)リフトフォースが大きくなる方向に機構(19)を制御し、第2の所定値よりも小さければ(当該風車が吹き飛ばされる可能性が有ると判定して)ダウンフォースが大きくなる方向に機構(19)を制御する様に構成されているのが好ましい(請求項4)。

【0029】そして、係る垂直軸風車を制御するため、本発明の垂直軸受を制御する方法においては、計測手段によりスラスト荷重(回転軸に平行な方向に付加される荷重)を計測する計測工程と、計測されたスラスト荷重を(第1の、或いは第2の)所定値と比較する比較工程(第1の所定値と比較する第1比較工程、第2の所定値と比較する第2比較工程)と、スラスト荷重が第1の所定値よりも大きければ(スラスト軸受が破損する可能性が有ると判定して)リフトフォースが大きくなる方向に機構を制御するリフトフォース増加工程と、スラスト荷重が第2の所定値よりも小さければ(当該風車が吹き飛ばされる可能性が有ると判定して)ダウンフォースが大きくなる方向に機構を制御するダウンフォース増加工程、とを有しているのが好適である。

【0030】本発明の実施に際して、垂直軸風車としては例えばダリウス型風車を用いることが出来るが、その他の垂直軸風車についても、本発明は適用可能である。

【0031】また、直線翼ダリウス型の風車のみならず、 $\phi$ ダリウス型風車についても適用可能である。ここで、 $\phi$ ダリウス型風車の場合、前記空力機構はブレードの半径方向外方端近傍の領域(風を受けて回転力を発生している領域:実際に仕事を行っている領域)以外のブレード部分に設けることとなる。

【0032】本発明において、前記機構は半径方向外方の領域に設けるのが好ましい。機構を半径方向内方に設

けた場合、回転により発生する随伴流とブレード支持部材との相対速度差が小さくなるため、機構により発生する力（スラスト軸受から離脱する方向の力或いはリフトフォースや、スラスト軸受に向う力或いはダウンフォース）も小さくなり、空力機構を設けた効果を発揮しない可能性が有る。

【0033】これに対して前記機構は半径方向外方の領域に設ければ、前記相対速度差が大きくなり、リフトフォース或いはダウンフォースが大きくなるのである。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。図14及び図5に示した従来の垂直軸風車M1で使用した部材名称と符号はそのまま使用する。

【0035】図1～図3は本発明の第1実施形態を示している。図1において、発電軸となる鉛直に延びた回転軸4に、ブレード支持部材16を介してブレード8が支持されていて、回転軸4とブレード支持部材16とブレード8とで回転構造体2Aが構成されている。

【0036】ブレード支持部材16は、回転軸4に固定された固定部16Bと、固定部16Bとブレード8とを固定すると共に固定部16Bの軸心回りに回動自在に設けられた機構16Cとで構成されている。

【0037】固定部16Bは、図2に示すように、風を正面から受ける頭部16Baと風切りする尾部16Bbとで翼型断面に形成され、風圧抵抗を軽減するよう形成されている。

【0038】機構16Cは、図3に示すように、固定部16Bとほぼ相似な頭部16Caと尾部16Cbとで固定部16Bよりやや大きい翼型断面に形成され、風向き及び風速に応じて傾きを変えるよう構成されている。機構16Cの回動は、明示しない制御装置に連通して固定部16B内に収納された明示しないアクチュエータによって制御されるよう構成されている。

【0039】なお、固定部16B及び機構16Cの断面形状は翼型に形成されているが、仮に薄平板で形成すると、風向きが水平でない場合に風圧抵抗が大きくなって不適當である。

【0040】図10及び図11は、機構16Cの断面形状を有する翼（NACA0012翼）と風向の関係を示したものである。翼の単位長さが発生する揚力L及び抗力Dは、それぞれ次式（1）及び（2）で示される。C<sub>L</sub>=揚力係数、C<sub>D</sub>=抗力係数である。この場合のレイノルズ数Reは、式（3）である。

$$(1) \quad L = (1/2) * \rho * c * V^2 * C_L$$

$$(2) \quad D = (1/2) * \rho * c * V^2 * C_D$$

$$(3) \quad Re = c * V / \nu$$

ここで、 $\rho$ =空気密度、 $c$ =翼弦長、 $V$ =翼断面への流入流速、 $\nu$ =空気の動粘度である。

【0041】図11で示している機構6の水平中心線L

hに対する風FLOWの傾き、図の場合は迎え角 $\alpha$ 、によって生じる揚力係数C<sub>L</sub>と抗力係数C<sub>D</sub>を、図10で示している。

【0042】図10において、縦軸を揚力係数C<sub>L</sub>及び抗力係数C<sub>D</sub>にとり、横軸を迎え角 $\alpha$ にとって特性線で表示している。特性線Lfは揚力係数C<sub>L</sub>を、特性線Dfは抗力係数C<sub>D</sub>を示していて、迎え角 $\alpha$ が12度程度まではいわゆるストール（剥離）現象が生じることなく、揚力係数C<sub>L</sub>即ち揚力は迎え角 $\alpha$ に対してほとんど比例関係で上昇し抗力係数C<sub>D</sub>即ち抗力は極めて少ない。また、揚力係数C<sub>L</sub>が迎え角 $\alpha$ に対して比例関係にあるので制御が容易である。

【0043】上記により、本発明の機構6に翼型断面を用いればリフトフォース及びダウンフォースの調整範囲が大きくとれ、風車効率に悪影響が小さい構造を実現している。

【0044】図1に戻って、回転軸4の下部に地力で支えられた支持部10が設けられ、支持部10が回転構造体2Aの重量と、回転構造体2Aにかかる風力を支持している。

【0045】支持部10は、回転軸4にかかる回転構造体2Aの半径方向力を複数のラジアル軸受14、14で支持し、回転構造体2Aの重量を含む鉛直方向力をスラスト軸受18で支持している。

【0046】ここで、風の進行方向に存在する物体は、風力利用にとっては流体抵抗として作用するにしか過ぎない。そして、垂直軸風車では、鉛直方向に延在する回転軸とブレードとの接合部としてブレード支持部材が必要である。

【0047】上記構成の垂直軸風車1の作用を図1～図3を参照して説明する。風車1に風が吹き付けて回転構造体2Aが回転し、回転軸4が図示しない発電装置を駆動して発電する。

【0048】この時の風向きが水平方向であれば、ブレード支持部材6の機構16Cは風圧抵抗にならぬように水平に位置させる。なお、固定部16Bは常に水平なので、ブレード支持部材6全体としても風圧抵抗が最小となってスラスト軸受18へは風力による荷重の付加はない。

【0049】風向きが水平に対して下向きの場合は、水平位置にある機構16Cにダウンフォースをあたえて、回転構造体2Aを押し下げ、スラスト軸受18に常態以上のスラスト荷重を付加するよう作用する。このダウンフォースを低減～消去させるために、機構16Cを上向きに、図1においてはa方向に回動させる。

【0050】風向きが水平に対して上向きの場合は、水平位置にある機構16Cにリフトフォースをあたえて、回転構造体2Aを押し上げ、吹き飛ばすよう作用する。このリフトフォースを低減～消去させるために、機構16Cを下向きに、図1においてはb方向に回動させる。

【0051】機構16Cの回動量(角度)は、風向きの角度と、風速による風力に応じて決定する。

【0052】このようにして、風向に応じた機構16Cの回動量制御によって、スラスト軸受18への荷重付加を抑えてスラスト軸受18の損傷を予防し、あるいは回転構造体2Aの吹飛びを抑える。

【0053】図4～図6に本発明の第2実施形態を示している。第1の実施形態と異なる部分を主体に説明する。図4において、発電軸となる鉛直に延びた回転軸4に、ブレード支持部材6を介してブレード8が支持されてい

ていて、回転軸4とブレード支持部材6とブレード8とで回転構造体2A1が構成されている。

【0054】ブレード支持部材6は、図5に示すように、風を正面から受ける頭部6aと風切りする尾部6bとで翼型断面に形成され、風圧抵抗を軽減するよう形成されている。

【0055】ブレード8の上部8a及び下部8bの半径方向に平面形状が四角な機構7が、図6に示すように、ブレード支持部材6とほぼ相似なやや大きい翼型断面に形成され、風向に応じて傾きを変えるよう構成されている。機構7の回動は、明示しない制御装置に連通してブレード8内に装着された明示しないアクチュエータによって制御されるよう構成されている。

【0056】なお、図示しないが、機構7に加えて第1の実施形態におけるブレード支持部材16の半径方向外方に設けられた機構16Cを併設してもよい。

【0057】また、機構7は平面形状が四角でなく、ブレード8に装着される部分が四角で外端部を半円形状にして空気抵抗を少なく、風切り音の発生を抑制するよう形成することが好ましい。

【0058】回転軸4の下部に地力で支えられた支持部10が設けられ、支持部10が回転構造体2の重量と、回転構造体2にかかる風力を支持している。

【0059】支持部10は、回転軸4にかかる回転構造体2A1の半径方向力を複数のラジアル軸受14、14で支持し、回転構造体2A1の重量を含む鉛直方向力をスラスト軸受16で支持している。

【0060】上記以外については、第1実施形態の構成及び機能と同じである

【0061】上記構成の垂直軸風車1の作用を図4～図6を参照して説明する。風車A1に風が吹き付けて回転構造体2A1が回転し、回転軸4が図示しない発電装置を駆動して発電する。

【0062】この時の風向きが水平方向であれば、ブレード8外方の機構7は風圧抵抗にならぬように水平に位置させる。これによってスラスト軸受18へは風力による荷重の付加はない。

【0063】風向きが水平に対して下向きの場合、水平位置にある機構7にダウンフォースをあたえて、回転構造体2A1を押し下げ、スラスト軸受18に常態以上

のスラスト荷重を付加するよう作用する。このダウンフォースを低減～消去させるために、機構7を上向きに、図4においてはa方向に回動させる。

【0064】風向きが水平に対して上向きの場合、水平位置にある機構7にリフトフォースをあたえて、回転構造体2A1を押し上げ、吹き飛ばすよう作用する。このリフトフォースを低減～消去させるために、機構7を下向きに、図4においてはb方向に回動させる。

【0065】機構7の回動量(角度)は、風向きの角度と、風速による風力に応じて決定する。

【0066】このようにして、風向に応じた機構7の回動量制御によって、スラスト軸受18への荷重付加を抑えてスラスト軸受18の損傷を予防し、あるいは回転構造体2A1の吹飛びを抑える。

【0067】図7～図9に本発明の第3実施形態を示している。第1、第2の実施形態と異なる部分を主体に説明する。

【0068】図7において、発電軸となる鉛直に延びた回転軸4に、ブレード支持部材6を介してブレード8が支持されていて、回転軸4とブレード支持部材6とブレード8とで回転構造体2A2が構成されている。

【0069】ブレード支持部材6は、図8に示すように、風を正面から受ける頭部6aと風切りする尾部6bとで翼型断面に形成され、風圧抵抗を軽減するよう形成されている。

【0070】ブレード8の上部8a及び下部8bの端部に平面形状の外方が半円形翼端板(ウイングレット)状の機構7aが、図9に示すように、ブレード支持部材6とほぼ相似なやや大きい翼型断面に形成され、風向に応じて傾きを変えるよう構成されている。なお、平面形状の外方を半円形翼端板状にすることで翼流渦を消滅させて空気抵抗の軽減を図っている。

【0071】機構7aの回動は、明示しない制御装置に連通してブレード8内に装着された明示しないアクチュエータによって制御されるよう構成されている。

【0072】なお、図示しないが、機構7aに加えて第1の実施形態におけるブレード支持部材16の半径方向外方に設けられた機構16C及びあるいは第2の実施形態における機構7を併設してもよい。

【0073】回転軸4の下部に地力で支えられた支持部10が設けられ、支持部10が回転構造体2A2の重量と、回転構造体2A2にかかる風力を支持している。

【0074】支持部10は、回転軸4にかかる回転構造体2A2の半径方向力を複数のラジアル軸受14、14で支持し、回転構造体2A2の重量を含む鉛直方向力をスラスト軸受16で支持している。

【0075】上記以外については、第2実施形態の構成及び機能と同じである

【0076】上記構成の垂直軸風車A2の作用を図7～図9を参照して説明する。風車A2に風が吹き付けて回



転構造体2A1が回転し、回転軸4が図示しない発電装置を駆動して発電する。

【0077】この時の風向きが水平方向であれば、ブレード8外方の機構7aは風圧抵抗にならぬように水平に位置させる。これによってスラスト軸受18へは風力による荷重の付加はない。

【0078】風向きが水平に対して下向きの場合は、水平位置にある機構7aにダウンフォースをあたえて、回転構造体2A2を押し下げ、スラスト軸受18に常態以上のスラスト荷重を付加するよう作用する。このダウンフォースを低減～消去させるために、機構7aを上向きに、図7においてはa方向に回動させる。

【0079】風向きが水平に対して上向きの場合は、水平位置にある機構7aにリフトフォースをあたえて、回転構造体2A2を押し上げ、吹き飛ばすよう作用する。このリフトフォースを低減～消去させるために、機構7aを下向きに、図7においてはb方向に回動させる。

【0080】機構7aの回動量(角度)は、風向きの角度と、風速による風力に応じて決定する。

【0081】このようにして、風向に応じた機構7aの回動量制御によって、スラスト軸受18への荷重付加を抑えてスラスト軸受18の損傷を予防し、あるいは回転構造体2A2の吹飛びを抑える。

【0082】図12及び図13に本発明の第4実施形態を示している。自動制御によって作動させる本発明を、第1～第3実施形態と異なる部分を主体に説明する。

【0083】要部以外を省略した図12において、発電軸となる鉛直に延びた回転軸4に、ブレード支持部材6を介してブレード8が支持されていて、回転軸4とブレード支持部材6とブレード8とで回転構造体2A3が構成されている。

【0084】ブレード支持部材6は、前記第2、第3実施形態と同様に翼型断面に形成され、風圧抵抗を軽減するよう形成されている。

【0085】ブレード8の上部8a及び下部8bに、機構19が、設けられている。機構19は、ブレード8側が四角平板状で半径方向外方が半円形翼板に形成されることで、外周部の翼流渦を消滅させて空気抵抗の軽減を図っている。そして、風向に対する回動は、明示しない制御装置に連通してブレード8内に装着された明示しないアクチュエータによって制御されるよう構成されている。

【0086】なお、図12では図4～図6の第2実施形態と同様な位置に機構19が設けられているが、図1～図3の第1実施形態における機構16Cを採用してもよいし、図7～図9の第3実施形態における機構7aを採用してもよいし、それ等を組み合わせても良い。

【0087】回転軸4の下部に地力で支えられた支持部10が設けられ、支持部10が回転構造体2A3の重量と、回転構造体2A3にかかる風力を支持している。

【0088】支持部10は、スラスト荷重検出手段30、スラスト荷重に対する機構19の迎え角： $\alpha$ あるいは伏角(負の迎え角： $-\alpha$ )を検出し決定するためのデータベース及び比較回路を内装した検討装置35、及びこれらのデータに基づいて機構19の回動を指示する制御装置40を含んで構成されている。なお、検討装置35、及び制御装置40は、支持部材10の外部にあってよい。

【0089】回転軸4にかかる回転構造体2A3の半径方向力を支持する複数のラジアル軸受、回転構造体2A3の重量を含む鉛直方向力を支持するスラスト軸受等、は前記実施形態と同じである。

【0090】なお、図示しないが風速計が風車近傍の位置に、風車と同高さ位置に設けられ、検討装置35に信号ラインで連通されている。

【0091】上記以外については、第2、第3の実施形態の構成及び機能と同じである

【0092】上記構成の第4の垂直軸風車A3の自動制御の作用を図13に示すフローチャートによって説明する。前記構成説明で省略した装置の名称と符号は、図7を参照して補うことにする。

【0093】ステップS1で制御ルーチンに入る。そして、風車が回転中か否かを確認する(ステップS2)。回転中であれば、ステップS3に進み、停止状態であればステップS2をループして待機する。

【0094】次に、例えば図12におけるスラスト荷重検出手段30により、スラスト荷重の読み込みをする(ステップS3)。このスラスト荷重の検知が、スラスト荷重を計測する計測工程である。

【0095】ステップS4では、読み込んだ(下向きの)スラスト荷重が、第1の所定値以上か否かを判定する。ここで、第1の所定値は、スラスト軸受16を破損させる懸念がある荷重に該当する数値である。このステップS4が計測されたスラスト荷重を第1の所定値と比較する第1比較工程である。スラスト荷重が第1の所定値以上であれば(ステップS4がYES)、ステップS5に進む。一方、スラスト荷重が第1の所定値よりも少なければ(ステップS4がNO)、ステップS6に進む。

【0096】ステップS5では、機構19をリフトフォースが生じる方向、図においてはa方向、に回動するよう機構を駆動させる。このステップS5がリフトフォース増加工程である。これによって、スラスト軸受18にかかる下向き荷重を軽減させる。

【0097】ステップS6では、スラスト軸受18にかかる下向き荷重が、第2の所定値以下か否かを判定する。ここで、第2の所定値は、回転構造体2A3が風により吹き上げられて飛ばされる懸念がある荷重に相当する。このステップS6が、計測されたスラスト荷重を第2の所定値と比較する第2比較工程である。スラスト荷



重が第2の所定値以下であれば（ステップS6がYES）、ステップS7に進み、第2の所定値よりも小さければ（ステップS6がNO）、ステップS2に戻る。

【0098】ステップS7では、機構19をダウンフォースが生じる方向、図においてはb方向、に回転するよう機構を駆動させる。このステップS7がダウンフォース増加工程である。これによって、回転構造体2A3を下向きに抑えて吹飛びを防止する。

【0099】このようにして、風車にかかる風向及び風速に応じて、自動制御運転によって機構19を回転させて、スラスト軸受にかかる過負荷を軽減抑制し、或いは、回転構造体2A3の吹飛びを防止するのである。

【0100】図示の実施形態はあくまでも例示であり、本発明の技術的範囲を限定する趣旨の記述ではない旨を付記する。

【0101】

【発明の効果】本発明の作用効果を、以下に列記する。

- (1) 下向きの風向によるスラスト荷重を軽減して、スラスト軸受の耐久性を向上することが出来る。また、上向きの風向による風車を防止することが出来る。
- (2) スラスト軸受にかかる荷重を軽減できるので、従来用いられていたスラスト軸受に比較して小型のスラスト軸受を用いることが出来る。そのため、風車全体の小型化、軽量化、それに伴うコスト低減が実現できる。
- (3) ブレード支持部材に機構を装着すれば、風車及びスラスト軸受への荷重調整に加えて、ブレード支持部材の補強材としての機能も果たすことができる。
- (4) 自動制御運転を行う様に構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態を示す斜視構成図。

【図2】 図1のA-A断面図。

【図3】 図1のB-B断面図。

【図4】 本発明の第2実施形態を示す斜視構成図。

【図5】 図4のA-A断面図。

【図6】 図4のB-B断面図。

【図7】 本発明の第3実施形態を示す斜視構成図。

【図8】 図7のA-A断面図。

【図9】 図7のB-B断面図。

【図10】 翼型の迎え角と揚力係数、ドラフト係数との関係を示す特性線図。

【図11】 翼型と迎え角を示す側面図。

【図12】 本発明の第4実施形態を示す斜視構成図。

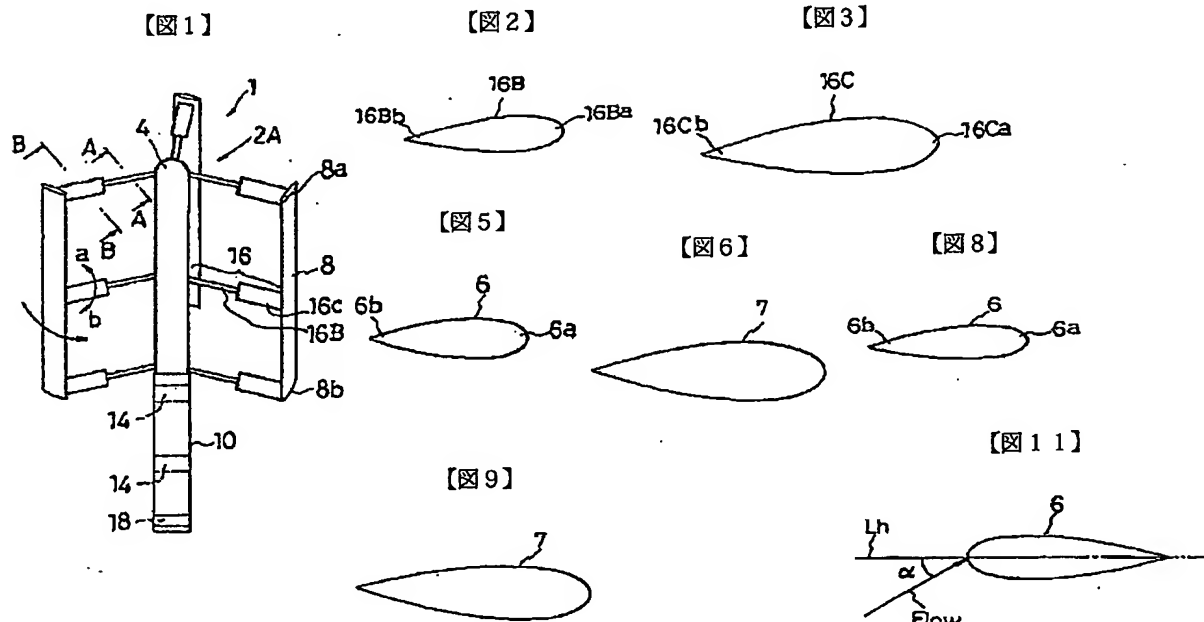
【図13】 第4実施形態の制御作用を示すフローチャート。

【図14】 従来の垂直軸風車のダリウス型風車を示す斜視図。

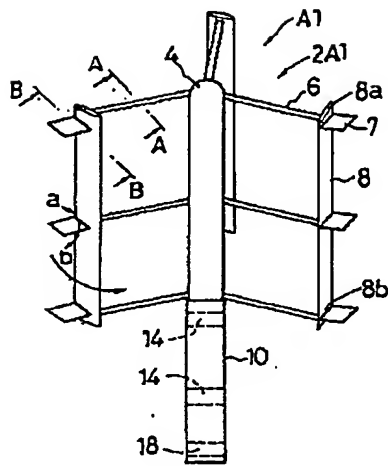
【図15】 図14のA-A断面図。

【符号の説明】

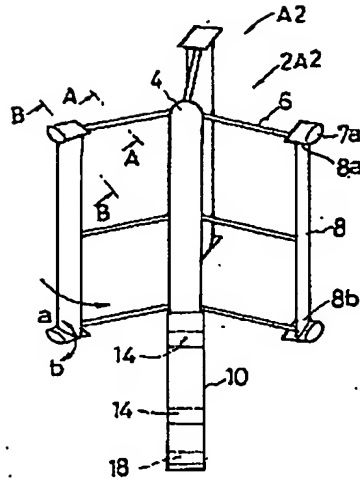
- 1・・・垂直軸風車
- 2A・・・回転構造体
- 8・・・ブレード
- 10・・・支持部
- 14・・・ラジアル軸受
- 16・・・ブレード支持部材
- 16C・・・機構
- 18・・・スラスト軸受



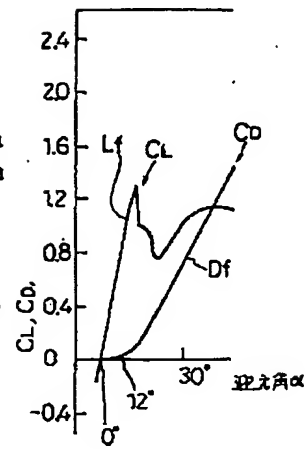
【図4】



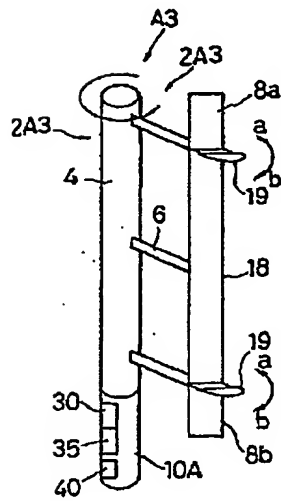
【図7】



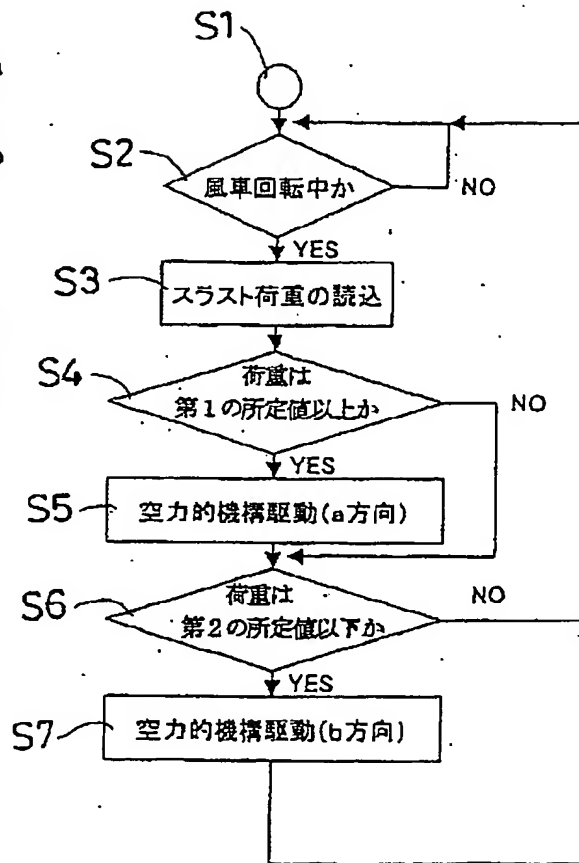
【図10】



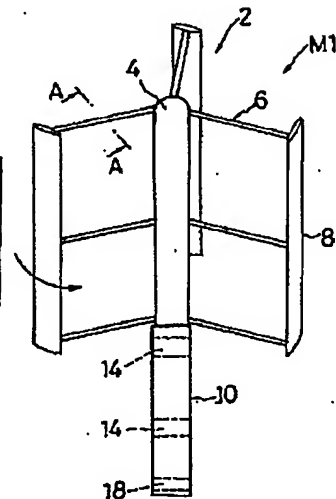
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

